

English Translation of Japanese patent Laid-Open 2-239615

Published: September 21, 1990

Inventor(s): Masakazu Kimura

Translated: June 4, 1998

JAPAN PATENT OFFICE(JP)
PATENT APPLICATION PUBLICATION
PATENT PUBLICATION OFFICIAL REPORT(A)
HEI2-239615
Int.Cl.⁴ H 01 L 21/20 21/263
IDENTIFICATION NUMBER:
IN-OFFICE SERIAL NUMBER:7739-5F
PUBLICATION:September 21,1990
SUBSTANTIVE EXAMINATION:NOT REQUESTED
THE NUMBER OF INVENTION:1(total pages 4)

1. Title of the Invention: A Method for Manufacturing
A Silicon Film

Patent Application Hei 1-60452
Application March 13,1989

2. Inventors

Address: c/o 33-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan
NEC Corporation
Name: Masakazu Kimura

3. Applicant

Address: 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan
Name: NEC Corporation

4. Agent Patent lawyer Naka Kanno

Specifications

1. Title of the Invention

An Apparatus for Manufacturing A Silicon Film

2. Claim

(1) An apparatus for manufacturing a silicon film formed by plasma chemical gaseous phase accumulation method, comprising a loading chamber, a film formation chamber, an unloading chamber, the above apparatus being characterized in that the above unloading chamber is equipped with a laser radiation cylinder that polycrystallizes an amorphous silicon film after film formation and a stage that moves the position of above laser radiation cylinder.

3. Detailed Description of the Invention

[Field of the Invention]

The present invention relates to an apparatus for manufacturing a silicon film to be employed in manufacturing of transistor array such as

liquid crystal display unit and so on.

[Prior Art]

A glass substrate where many transistor arrays are formed to control optical characteristics of each pixel in a liquid crystal display unit (hereinafter referred to as LCD). In general, an amorphous silicon film is used in this transistor array, but along with the trend toward low price and compact size of an LCD panel, there has been a demand for a technology where liquid crystal drive circuits are also formed on one and single glass substrate. As a method to cope with this demand, used is a polycrystalline silicon film having higher electric mobility than an amorphous silicon. In order to form a polycrystalline silicon film, conventionally, for example, used is a method for polycrystallizing an amorphous silicon film by an anneal apparatus after forming amorphous silicon by reduced pressure CVD method using resistance heating method or plasma CVD apparatus.

[Problems to be Solved by the Invention]

In the formation of a polycrystalline silicon film by reduced pressure CVD method using resistance heating method, it is difficult to form uniform films on a large substrate in comparison with the formation of an amorphous silicon film by plasma CVD method. For instance, in the case of amorphous silicon, it is easy to form films on a 50-cm square large substrate with film thickness error below $\pm 10\%$, however, it is difficult to do so by reduced pressure CVD method. Moreover, after the formation of an amorphous silicon film, for example, the method for polycrystallizing an amorphous silicon film by an anneal apparatus using laser has been another problem that because of an extra process for annealing, the treatment capacity of polycrystalline film formation process will deteriorate.

Thus, the conventional apparatuses for manufacturing polycrystalline silicon films have had problems of substrate size to be larger or treatment capacity and there is a requirement for an innovative apparatus which enables to solve the problems.

The object of present invention is to offer an apparatus manufacturing a silicon film which has solved the above problems.

[Difference from the Prior Art]

The present invention has a difference from the conventional apparatuses for forming a silicon film mentioned in above process, wherein partial annealing onto an amorphous silicon film that is formed by plasma CVD method by which film formation to large size

substrates can be made easily and converting into polycrystalline silicon is carried out in one and single apparatus.

[Means to Solve the Problems]

So as to achieve the above object, the present invention may be embodied as an apparatus for manufacturing a silicon film, comprising a loading chamber, a film formation chamber, an unloading chamber, wherein a silicon film is formed by plasma chemical gaseous phase accumulation method, the above apparatus equipped a laser radiation cylinder which polycrystallizes an amorphous silicon film after film formation and a stage that moves the above laser radiation cylinder in the above unloading chamber.

[Action]

It is well known that when laser beam is radiated onto an amorphous silicon film, particle growth occurs and converts into polycrystalline silicon. Since a drive circuit is arranged in general around LCD panel, a laser radiation area may be limited around the panel, it is possible to complete laser radiation process within returning vacuum condition to atmospheric pressure in unloading chamber and taking out the substrate. Therefore, it is possible to carry out polycrystallization process onto necessary area in the same time as the process to form an amorphous silicon film.

[Description of Preferred Embodiments]

The present invention is explained in details hereinafter, in reference to the attached drawings.

(Preferred Embodiment 1)

FIG.1 is a schematic diagram showing a structure of one preferred embodiment according to the present invention. In the diagram, this apparatus according to the present invention comprises three chambers, i.e., a loading chamber 1, a film formation chamber 2, an unloading chamber 3. As shown in FIG.1, the apparatus having many control mechanisms to carry out a series of processes which form film by plasma CVD after inserting the substrate in loading chamber 1 and take out the substrate after the radiation of laser in unloading chamber 3, has an exhaust control mechanism 4, a transfer control mechanism 5, a gas control mechanism 6, a high frequency electricity control mechanism 7, a substrate heating control mechanism 8, a stage control mechanism 9, and a laser radiation control mechanism 10. Among these, the control mechanism 4 through 8 are ones arranged in an ordinary plasma CVD apparatus and the characteristics peculiar to the present invention lies

in the structure of the unloading chamber 3.

In this preferred embodiment, explanations are made in the case of a method wherein a substrate is put horizontal and film formation and transfer are carried out (hereinafter referred to as horizontal transfer method). FIG.2 is a sectional diagram showing the unloading chamber 3 viewed from the vertical direction toward the transfer direction. A laser radiation cylinder 14 is arranged at the top of a glass substrate 12 placed on a tray 11 and laser beam is radiated from the laser radiation cylinder 14 to the surface of the glass substrate 12. Laser which wavelength is absorbed in an amorphous silicon film is used and in general argon (Ar) laser is used. In this preferred embodiment, Ar laser is employed too and laser beam from a laser oscillating tube is guided to the laser radiation cylinder 14 by fiber. In the laser radiation cylinder 14, an optical system that converts the laser beam shape into rectangle is equipped and this preferred embodiment employ a linear beam of 1mm x 70 μ m, as a beam shape. The laser radiation cylinder 14 is fixed to a stage 13 and laser radiation position is changed by moving the stage 13 in horizontal direction.

By use of an apparatus as mentioned above, silicon film was formed. As the glass substrate 12, a non alkali glass of size 300 mm x 300 mm, thickness 1.1 mm (trade name: Coning 7059) was used and four glass substrates were placed onto the tray 11. The glass substrates 12 were sent to the loading chamber 1 and the chamber was exhausted vacuum around 10⁻³ Pa and then hydrogen gas was introduced therein and the substrates were heated up to around 200°C. In the next place, the substrates were sent into the film formation chamber 2 and 100% silan (SiH₄) gas and hydrogen gas were induced into the film formation chamber 2 and high frequency electricity at 13.56 MHz was impressed thereon, thereby amorphous silicon films were accumulated onto glass substrates around 3000Å. As for accumulation conditions, the flow rates of silan and hydrogen were 800 cc/min and the pressure was 100 Pa. After accumulation of amorphous silicon films, substrates were sent into the unloading chamber 3 and returning the chamber condition into atmospheric condition by nitrogen gas, laser was radiated onto part of amorphous silicon film on glass substrate. FIG.4 is a diagram showing the position and shape of the laser radiation area. Ar laser beam was moved at 10 cm/sec in the direction X-X' and direction Y-Y' by the stage 13, and laser radiation area 20 of length 20 cm, width 0.9 cm was formed at three portions around the glass substrate 12. As laser

radiation conditions, such laser power as to make a status just before melting of amorphous silicon film 19 was used. It took about 15 minutes to form the laser radiation area as shown in FIG.4 to four glass substrates 12, but this time was shorter than the time required to accumulate amorphous silicon film in the film formation chamber 2, so inline feed time was as same as the case with no laser radiation. As a result of microscope observation on the laser radiation area 20, it was confirmed that amorphous silicon had grown into polycrystalline silicon which particle diameter is around $0.4\mu\text{m}$. Moreover, the factor of film thickness of amorphous silicon was as preferable as below $\pm 5\%$ against four substrates.

In this preferred embodiment, Ar laser was employed, but it is possible to polycrystallize amorphous silicon film by use of Nd:YAG laser, for example, and the laser is not limited only to Ar laser. As a chamber structure, the simplest 3-chamber structure was used in the embodiment, however, it is needless to say that the present invention is effective even if a 3-chamber film formation chamber is used.

(Preferred Embodiment 2)

In this preferred embodiment, explanations are made with the case where substrate is placed vertical and film formation and transfer are carried out (hereinafter referred to as vertical transfer method). The structure of components is same as that shown in FIG.1, but this is a vertical transfer method, it is possible to carry out film formation and laser radiation arranging two trays which have glass substrates 17 in parallel.

The structure of the unloading chamber 3 is shown in FIG.3. FIG.3 is a plane diagram looked above the chamber, where a laser radiation cylinder 15 and a stage 18 are arranged at two portions in the chamber. As same as the Preferred Embodiment 1, the laser radiation cylinder 15 is fixed onto the stage 18 and the laser radiation position is changed by moving the stage in the horizontal direction and vertical direction.

In this preferred embodiment, four glass substrates were placed on each tray and under the same conditions as the Preferred Embodiment 1, amorphous silicon film was accumulated. Then, under the same laser radiation conditions as the Preferred Embodiment 1, laser radiation was carried out from both sides in the chamber at the same time, as a result, the process was completed in around 15 minutes. The factor of film thickness of amorphous silicon was as preferable as within $\pm 6\%$ against

eight glass substrates and amorphous silicon grew into around $0.4\mu\text{m}$ polycrystal in the laser radiated area .

[Effect of the Invention]

As mentioned heretofore, according to the present invention, wherein plasma CVD that enables uniform film formation onto large size substrates is used, and a laser radiation mechanism is introduced in an unloading chamber for polycrystallization, thereby it is possible to provide an innovative apparatus for manufacturing a silicon film that enables to complete polycrystallization process without declining the processing capacity in comparison with the formation of amorphous silicon film.

According to an apparatus under the present invention, it is possible to form a silicon film with high throughput enabling liquid crystal drive circuit on glass substrate, as a consequence, the present invention has many effects preferable for the low price and compact manufacturing of LCD panels.

4. Brief Description of the Drawings

FIG.1 to FIG.4 are schematic diagrams to explain the preferred embodiments according to the present invention and FIG.1 is a diagram showing a structure of an apparatus, FIG.2 is a sectional diagram showing a structure of an unloading chamber in horizontal transfer method, FIG.3 is a plane figure showing a structure of an unloading chamber in vertical transfer method and FIG.4 is a plane figure of a tray showing the position and shape of laser radiation area.

- 1 Loading chamber
- 2 Film formation chamber
- 3 Unloading chamber
- 4 Exhaust control mechanism
- 5 Transfer control mechanism
- 6 Gas control mechanism
- 7 High frequency electricity control mechanism
- 8 Substrate heating control mechanism
- 9 Stage control mechanism
- 10 Laser radiation control mechanism
- 11, 16 Tray
- 12, 17 Glass substrate
- 13, 18 Stage
- 14, 15 Laser radiation cylinder
- 19 Amorphous silicon film

20 Laser radiation area

Applicant NEC Corporation

Agent Patent lawyer Naka Kanno

[FIG.1]

- 1 Loading chamber
- 2 Film formation chamber
- 3 Unloading chamber
- 4 Exhaust control mechanism
- 5 Transfer control mechanism
- 6 Gas control mechanism
- 7 High frequency electricity control mechanism
- 8 Substrate heating control mechanism
- 9 Stage control mechanism
- 10 Laser radiation control mechanism

[FIG.2]

- 1 Tray
- 2 Glass substrate
- 3 Stage
- 4 Laser radiation cylinder

[FIG.3]

- 5 Laser radiation cylinder
- 6 Tray
- 7 Glass substrate
- 8 Stage

[FIG.4]

- 9 Amorphous silicon film
- 20 Laser radiation area

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-239615

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)9月21日

H 01 L 21/20
21/263

7739-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑨ 発明の名称 シリコン膜形成装置

⑮ 特 願 平1-60452

⑯ 出 願 平1(1989)3月13日

⑰ 発 明 者 木 村 正 和 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 菅 野 中

明 細 書

1. 発明の名称

シリコン膜形成装置

2. 特許請求の範囲

(1) ローディング室、成膜室、アンローディング室を有し、プラズマ化学気相堆積法でシリコン膜を形成する装置において、成膜後にアモルファスシリコン膜を多結晶化するレーザ照射部と、該レーザ照射部の位置を移動させるステージとを前記アンローディング室に装備したことを特徴とするシリコン膜形成装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は液晶表示装置等のトランジスタアレイの製造に用いられるシリコン膜形成装置に関する、〔従来の技術〕

液晶表示装置(以降LCDと略す)における各画素の光学特性を制御するために多数のトランジスタアレイが形成されたガラス基板が用いられている。このトランジスタアレイには通常アモルファスシ

リコン膜がもちいられているが、LCD パネルの低価格化及びコンパクト化を図るために液晶駆動回路をも同一ガラス基板上に形成する技術が要求されるようになった。この要求に対する一方法として、アモルファスシリコンよりも電気移動度が高い多結晶シリコン膜が利用されている。多結晶シリコン膜を形成するには、従来例えば抵抗加熱方式を用いた減圧CVD法やプラズマCVD装置でアモルファスシリコン膜を形成したのち、アニール装置でアモルファスシリコン膜を多結晶化する方法が用いられてきた。

〔発明が解決しようとする課題〕

抵抗加熱方式を用いた減圧CVD 法による多結晶シリコン膜形成では、プラズマCVD 法によるアモルファスシリコン膜形成に比べて大型基板上に均一に成膜することが難しいという欠点がある。例えば、アモルファスシリコンの場合、50cm角の大型基板上に±10%以下の膜厚バラツキで成膜することは容易であるのに対し、減圧CVD 法では難しい。また、アモルファスシリコン膜形成後、例え

特開平2-239615(2)

レーザを用いたアニール装置でアモルファスシリコン膜を多結晶化する方法では、アニールという余分な工程があるため、多結晶膜形成工程の処理能力が低下するという欠点がある。

このように、従来の多結晶シリコン膜形成装置では、基板の大型化あるいは処理能力の面で欠点を有し、これらを解決する新しいシリコン膜形成装置が望まれている。

本発明の目的は前記課題を解決したシリコン膜形成装置を提供することにある。

〔発明の従来技術に対する相違点〕

上述した従来のシリコン膜形成装置に対し、本発明は大型基板上への成膜が容易なプラズマ CVD 法によって形成したアモルファスシリコン膜に対して局部的にアニールして多結晶シリコンへ変換する工程をも同一装置内で行うという相違点を有する。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成するため、本発明はローディング室、成膜室、アンローディング室を有し、プラ

的に示したものである。図において、本発明の装置はローディング室1、成膜室2、アンローディング室3の3つのチャンバーで構成されている。基板をローディング室1に挿入したのち、プラズマ CVD により成膜室2で成膜を行い、アンローディング室3でレーザ照射したのち基板を取り出すまでの一連の工程を行うための各種制御機構として第1図に示すように、排気制御機構4、搬送制御機構5、ガス制御機構6、高周波電力制御機構7、基板加熱制御機構8、ステージ制御機構9、レーザ照射制御機構10を有する。このうち、制御機構4～8は通常のプラズマ CVD 装置に設けられているものであり、本発明の特徴はアンローディング室3の構造にある。

本実施例では基板を水平にした状態で成膜及び搬送を行う方式(以後水平搬送方式と略す)の場合について説明する。第2図はアンローディング室3の断面図で搬送方向に対して垂直方向から見た状態を示したものである。トレー11上に設置されたガラス基板12の上部にレーザ照射筒14が設けら

ズマ化学気相堆積法でシリコン膜を形成する装置において、成膜後にアモルファスシリコン膜を多結晶化するレーザ照射筒と、該レーザ照射筒の位置を移動させるステージとを前記アンローディング室に装備したものである。

〔作用〕

アモルファスシリコン膜にレーザを照射すると粒成長が生じ、多結晶シリコンに変換されることは良く知られている。駆動回路は通常 LCD パネルの周辺部に設けられているため、レーザ照射領域もパネル周辺部のみに限定すれば良く、アンローディング室で真空状態から大気圧に戻し、基板を取り出すまでの時間内でレーザ照射処理を完了させることが可能である。このため、アモルファスシリコン膜を形成する工程と同じ時間内で必要な領域に多結晶化の処理を施すことができる。

〔実施例〕

次に本発明について図面を参照して説明する。

〔実施例1〕

第1図は本発明で用いた装置構成の一例を模式

れており、このレーザ照射筒14からガラス基板12の表面にレーザが照射される。レーザとしてはアモルファスシリコン膜に吸収される波長のものが用いられ、アルゴン(Ar)レーザが一般的である。本実施例でもArレーザを用い、レーザ発振管から出た光をファイバーによりレーザ照射筒14へ導いた。レーザ照射筒14にはレーザビーム形状を矩形に変換するための光学系が設けられており、本実施例ではビーム形状として1mm×70mmの線状ビームを用いた。レーザ照射筒14はステージ13に固定され、ステージ13を水平方向に移動させることによりレーザ照射位置を変更する。

以上述べたような装置を用いてシリコン膜形成を行った。ガラス基板12として、大きさ300mm×300mm、厚さ1.1mmの無アルカリガラス(商品名:コーニング 7059)を用い、トレー11にガラス基板を4枚並べた。ローディング室1にガラス基板12を送り込み、 10^{-4} Pa程度に真空排気したのち、水素ガスを導入し、ヒーターで基板を約200°Cに加熱した。次に、成膜室2に基板を送り込んだのち、

特開平2-239615 (3)

100%シラン(SiH₄)ガスと水素ガスを成膜室2に導入し、13.56MHzの高周波電力を印加してガラス基板上にアモルファスシリコン膜を約3000Å堆積した。堆積条件としてシランと水素の流量をそれぞれ800cc/min、圧力を100Paとした。アモルファスシリコン膜を堆積後、基板をアンローディング室3に送り込んだのち、窒素ガスで大気圧に戻しながら、ガラス基板上のアモルファスシリコン膜の一部にレーザを照射した。レーザ照射領域の位置と形状を模式的に示したのが第4図である。ステージ13によりArレーザ光を毎秒10cmの速度でX-X'方向及びY-Y'方向に移動させて各ガラス基板12の周辺部3ヶ所に各々長さ20cm、幅0.9cmのレーザ照射領域20を形成した。レーザ照射条件としてアモルファスシリコン膜19が熔融する直前の状態となるようなレーザパワーを用いた。4枚のガラス基板12に対して第4図に示すようなレーザ照射領域20を形成するのに約15分を要したが、この時間は、成膜室2でアモルファスシリコン膜を堆積する時間より短いため、インラインとしての送り時間は

レーザ照射を行わない場合と何らかわらなかった。レーザ照射領域20を顕微鏡観察した結果、粒径0.4μm程度の多結晶シリコンに成長していることが確認された。また、アモルファスシリコンの膜厚偏差は基板4枚に対して±5%以内と良好であった。

本実施例ではレーザとしてArレーザを用いたが、例えばNd:YAGレーザを用いてもアモルファスシリコン膜の多結晶化は可能で、レーザとしてArレーザに限定されるものではない。また、チャンパー構成として最も単純な3チャンパー構成を例にとったが、例えば成膜室が3チャンパーとなっているような場合でも本発明が有効であることは言うまでもない。

(実施例2)

本実施例では基板を垂直にした状態で成膜及び搬送を行う方式(垂直搬送方式)の場合について説明する。装置構成は第1図に示したものと何らかわらないが、垂直搬送方式のため、ガラス基板17を有するトレーを2つ並列に設けて成膜及びレー

ザ照射を行うことが可能となる。

アンローディング室3の構造を第3図に示す。第3図はチャンパー上方から見た平面模式図で、チャンパー内2ヶ所にレーザ照射筒15及びステージ18が設けられている。実施例1と同様レーザ照射筒15はステージ18に固定され、ステージを水平及び垂直方向に移動させることによりレーザ照射位置をかえる。

本実施例では各トレーにガラス基板4枚を設置し、実施例1と同様の条件でアモルファスシリコン膜を堆積した。次に実施例1と同様のレーザ照射条件を用い、チャンパー内の両側から同時にレーザ照射を行った結果約15分で処理することができた。アモルファスシリコンの膜厚偏差はガラス基板8枚に対して±6%以内と良好であり、レーザ照射領域は0.4μm程度の多結晶に成長していた。

(発明の効果)

以上説明したように本発明は大型基板上への均一な成膜が容易であるプラズマCVD法を用い、かつアンローディング室に多結晶化を行うためのレ

ーザ照射機構を導入することにより、アモルファスシリコン膜形成に比べて処理能力を低下させることなく、多結晶化処理をも完了させることができる新しい装置を提供するものである。

本発明の装置を用いることにより、ガラス基板上への液晶駆動回路を可能とするシリコン膜を高スループットで形成することができ、LCDパネルの低価格化、コンパクト化に多大の効果をもたらすものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図～第4図は本発明の実施例を説明するための模式図で、第1図は装置構成図、第2図は水平搬送方式におけるアンローディング室の構造を示す断面図、第3図は垂直搬送方式におけるアンローディング室の構造を示す平面図、第4図はレーザ照射領域の位置、形状を示すトレー平面図である。

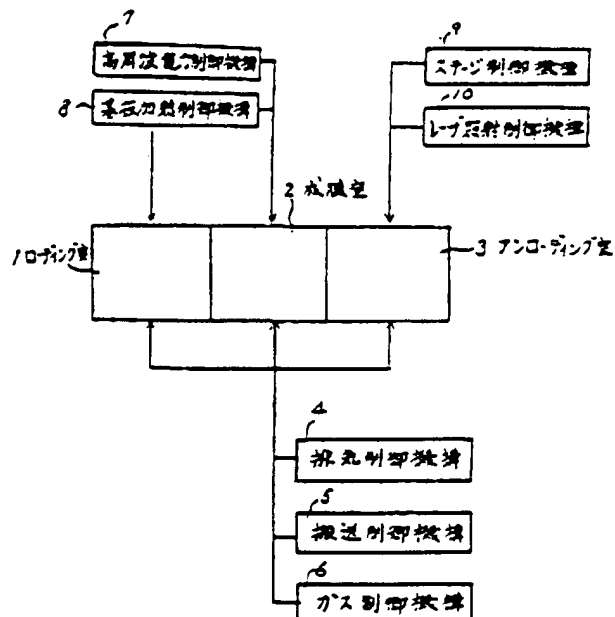
- | | |
|-------------|----------|
| 1…ローディング室 | 2…成膜室 |
| 3…アンローディング室 | 4…排気制御機構 |
| 5…搬送制御機構 | 6…ガス制御機構 |

特開平2-239615(4)

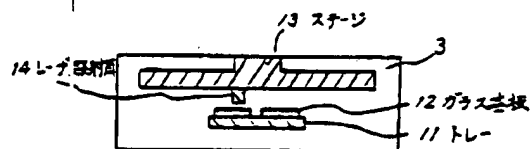
- 7…高周波電力制御機構 8…基板加熱制御機構
 9…ステージ制御機構 10…レーザ照射制御機構
 11,16…トレー 12,17…ガラス基板
 13,14…ステージ 14,15…レーザ照射面
 19…アモルファスシリコン膜
 20…レーザ照射領域

特許出願人 日本電気株式会社

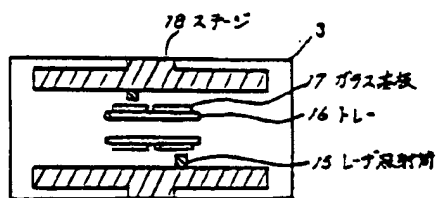
代理人 弁理士 菅野 中



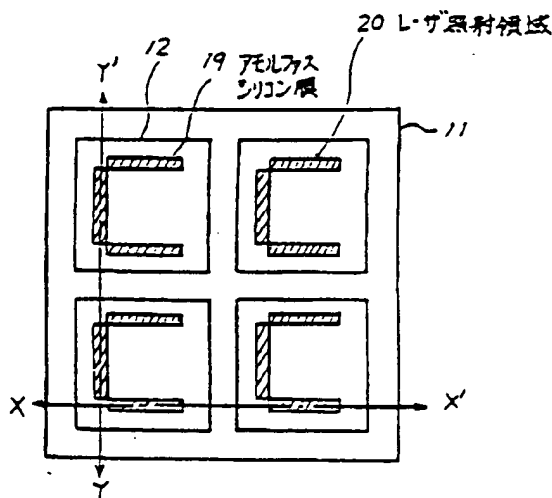
第1図



第2図



第3図



第4図